

## Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik

Die Erfindung betrifft einen Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik.

5

Richtkoppler werden in der Hochfrequenztechnik zur getrennten Messung von hin- und rücklaufender Welle in einer Leitung verwendet. In Endstufen von Verstärkern werden Richtkoppler z. B. zur Messung des Stehwellenverhältnisses eingesetzt. Hierbei wird schwerpunktmäßig ein Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik verwendet.

Ein derartiger Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik ist z. B. in der US. 5,926,076 beschrieben. Der Richtkoppler besteht hierbei aus einer Koaxialleitung mit einem Innenleiter, einem um den Innenleiter geführten hohlzylindrischen Dielektrikum und einem am Mantel des hohlzylindrischen Dielektrikums aufgebrachten hohlzylindrischen Außenleiter und einer Leiterplatte, auf der im wesentlichen die beiden Auskoppeleinheiten des Richtkoppler aufgebracht sind. Koaxialleitung und Leiterplatte mit Auskoppeleinheiten sind in einem einstellbaren Abstand zueinander in einem Gehäuse angeordnet.

25

Nachteilig an dieser Anordnung ist der vergleichsweise hohe Aufwand hinsichtlich einer mechanischen und auch elektrischen Verbindung zwischen der Koaxialleitung und den beiden Auskoppeleinheiten sowie deren Anschlüsse über eine gemeinsame Beabstandung, Befestigung und Lagerung in einem gemeinsamen Gehäuse. Auch die gezielte und effiziente Abführung von entstandener Wärme aus der Richtkopplerschaltung mittels Widerständen und Hitzeableitungsschienen ist vergleichsweise aufwendig gestaltet.

35

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik zu schaffen, bei dem die mechanische und auch elektrische Verbindung zwischen der Koaxialleitung und den Anschlüssen des

Richtkopplers, insbesondere den Auskoppelanschlüssen, unter minimalem zusätzlichem gerätetechnischem Aufwand realisiert ist.

5 Die Aufgabe der Erfindung wird durch einen Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

10 Die elektrische Verbindung zwischen dem Innen- und Außenleiter der Koaxialleitung und den einzelnen Anschlüssen des Richtkopplers erfolgt am Ein- und Ausgang der Koaxialleitung über jeweils ein Widerstandsnetzwerk.

15 Die mechanische Verbindung zwischen der Koaxialleitung und den einzelnen Anschlüssen des Richtkopplers, die auf einer planaren Leiterplatte positioniert sind, wird dadurch realisiert, dass die Koaxialleitung z. B. halbringförmig oder U-förmig gebogen ausgeführt ist und somit mit ihren beiden Anschlußflächen parallel zur planaren Leiterplatte 20 ausgerichtet ist und somit über Verbindungsleitungen bzw. Widerstände, die zu den obengenannten Widerstandsnetzwerken gehören, eine vergleichsweise einfache mechanische Verbindung zwischen dem Innen- und Außenleiter der Koaxialleitung und den Anschlüssen des Richtkopplers 25 verwirklicht wird.

30 Eine derart realisierte elektrische und mechanische Verbindung zwischen einer Koaxialleitung und den Anschlüssen eines Richtkopplers stellt eine hinsichtlich Material- und Fertigungsaufwand kostenminimierte Lösung dar.

35 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die planare Leiterplatte kann in SMD-Technologie ausgeführt sein. Insbesondere die Anordnung der Widerstände der beiden Widerstandsnetzwerke, die an den beiden Enden der Koaxialleitung die Schirmung und damit

den Außenleiter der Koaxialleitung auf Massepotential führen, sind für die Richtkopplercharakteristik ganz entscheidend und können so relativ flexibel angeordnet werden.

5

Durch Bestückung der Koaxialleitung mit Ferriten erreicht man eine nutzbare Charakteristik des Richtkopplers über mehrere Oktaven.

10 Die Ausführungsform der Erfindung wird in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltungsdiagramm eines erfindungsgemäßen Richtkopplers in Koaxialleitungstechnik;

15 Fig. 2 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Richtkopplers in Koaxialleitungstechnik und

20 Fig. 3 eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen Richtkopplers in Koaxialleitungstechnik.

Der erfindungsgemäßen Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik wird in seiner Ausführungsform nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis Fig. 3 beschrieben.

Der erfindungsgemäße Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik umfaßt gemäß Fig. 1 im wesentlichen eine Koaxialleitung 1, die aus einem Innenleiter 2 und über ein Dielektrikum getrennt aus einem Außenleiter 3 besteht. Die Koaxialleitung 1 ist an ihrem Außenmantel von mehreren aneinander gereihten Ferritkernringen 4 umgeben.

35 Die Koaxialleitung 1 ist an ihrer ersten Anschlußfläche 8 mit den ersten Anschluß 5 und dem ersten Auskoppelanschluß 6 des Richtkoppler über ein erstes Widerstandsnetzwerk 7 und an ihrer zweiten Anschlußfläche 9 mit dem zweiten Anschluß 10 und dem zweiten Auskoppelanschluß 11 über ein

zum ersten Widerstandsnetzwerk 7 symmetrisches zweites Widerstandsnetzwerk 12 verbunden.

Das erste Widerstandsnetzwerk 7 besteht aus einer Serien-  
5 schaltung eines Widerstandes  $R_{71}$  und  $R_{72}$  in der Verbin-  
dungsleitung 73 zwischen dem ersten Anschluß 5 und dem  
ersten Auskoppelanschluß 6 und einem Widerstand  $R_{74}$  in der  
Verbindungsleitung 75 zwischen dem Außenleiter 3 der  
10 Koaxialleitung 1 und dem ersten Auskoppelanschluß 6 sowie  
einer direkten Verbindungsleitung 76 zwischen dem  
Innenleiter 2 der Koaxialleitung 1 und den ersten Anschluß  
5.

Das zweite Widerstandsnetzwerk 12 besteht symmetrisch zum  
15 ersten Widerstandsnetzwerk 7 aus einer Serienschaltung  
eines Widerstandes  $R_{121}$  und  $R_{122}$  in der Verbindungsleitung  
123 zwischen dem zweiten Anschluß 10 und den zweiten  
Auskoppelanschluß 11 und einem Widerstand  $R_{124}$  in der  
Verbindungsleitung 125 zwischen dem Außenleiter 3 der  
20 Koaxialleitung 1 und den zweiten Auskoppelanschluß 11  
sowie einer direkten Verbindungsleitung 126 zwischen den  
Innenleiter 2 der Koaxialleitung 1 und dem zweiten  
Anschluß 10.

25 Der Außenleiter 3 ist an der ersten Anschlußfläche 8 der  
Koaxialleitung 1 mit einem dritten Widerstandsnetzwerk 13  
auf Massepotenzial geführt. Das dritte Widerstandsnetzwerk  
13 besteht aus einer Parallelschaltung von mehreren  
niederohmigen Widerständen  $R_{131}, R_{132}, R_{133}, \dots, R_{13(n-1)}, R_{13n}$ .

30 Der Außenleiter 3 an der zweiten Anschlußfläche 9 der  
Koaxialleitung 1 ist mit einem vierten Widerstandsnetzwerk  
14, das vollkommen symmetrisch zum dritten  
Widerstandsnetzwerk 13 ausgeführt ist, auf Massepotenzial  
35 geführt. Das vierte Widerstandnetzwerk 14 besteht demnach  
aus einer Parallelschaltung von mehreren niederohmigen  
Widerständen  $R_{141}, R_{142}, R_{143}, \dots, R_{14(n-1)}, R_{14n}$ .

Die Widerstände  $R_{71}$ ,  $R_{72}$  und  $R_{74}$  des ersten Widerstandsnetzwerkes 7 und die Widerstände  $R_{121}$ ,  $R_{122}$ ,  $R_{124}$  des zweiten Widerstandsnetzwerkes 12 sind höherohmig ausgelegt als die niederohmigen Widerstände  $R_{131}, \dots, R_{13n}$  des dritten 5 Widerstandsnetzwerkes 13 und die niederohmigen Widerstände  $R_{141}, \dots, R_{14n}$  des vierten Widerstandsnetzwerkes 14.

In der Seitenansicht in Fig. 2 sowie in der Draufsicht in Fig. 3 des erfindungsgemäßen Richtkopplers in Koaxialleitungstechnik ist die halb ringförmige bzw. U-förmige Gestaltung der Koaxialleitung 1 erkennbar. Die Verbiegung der 10 ursprünglich linearen Koaxialleitung 1 in die ringförmige bzw. U-förmige Gestaltung gemäß Fig. 2 bzw. Fig. 3 ist durch den Einsatz der Semi-Rigid-Technologie 15 beim Innenleiter 2, Dielektrikum und Außenleiter 3 der Koaxialleitung 1 möglich.

Aus Fig. 2 bzw. Fig. 3 ist ebenfalls die kegelförmige Anordnung der Widerstände  $R_{131}, \dots, R_{13n}$  des dritten 20 Widerstandsnetzwerkes 13 bzw. der Widerstände  $R_{141}, \dots, R_{14n}$  des vierten Widerstandsnetzwerkes 14 zwischen dem Außenleiter 3 der Koaxialleitung 1 und der planaren Leiterplatte 15 erkennbar, die den ersten und zweiten Anschluß 5 und 10 bzw. den ersten und zweiten 25 Anschluß 6 und 11 weitere Bauelemente, die z. B. in SMD-Technik angeordnet sind, enthält. Sämtliche Widerstände  $R_{131}, \dots, R_{13n}$  sowie  $R_{141}, \dots, R_{14n}$  sind, wie aus Fig. 2 bzw. Fig. 3 ersichtlich ist, auf die Leiterplatte 30 aufgelötet.

In Fig. 2 ist schließlich auch die Verbindungsleitung 76 bzw. 126 vom Innenleiter 2 der Koaxialleitung zum ersten Anschluß 5 bzw. zum zweiten Anschluß 10 des Richtkopplers sowie der ebenfalls in konventioneller Technik ausgeführte 35 Widerstand  $R_{74}$  des ersten Widerstandsnetzwerkes 7 bzw. der Widerstand  $R_{124}$  des zweiten Widerstandsnetzwerkes 12, die beide in die kegelförmige Anordnung der Widerstände  $R_{131}, \dots, R_{13n}$  des dritten Widerstandsnetzwerkes 13 bzw. der

Widerstände  $R_{141}, \dots, R_{14n}$  des vierten Widerstandsnetzwerkes 14 eingereiht sind, zu erkennen.

In der Draufsicht in Fig. 3 sind schließlich die 5 Widerstände  $R_{71}$  und  $R_{72}$  des ersten Widerstandsnetzwerkes 7 und die Widerstände  $R_{121}$  und  $R_{122}$  des zweiten Widerstandsnetzwerkes 12 erkennbar, die auch in konventioneller Technik ausgeführt und auf der planaren Leiterplatte 15, die im Ausführungsbeispiel in SMD-Technologie realisiert 10 ist, aufgelötet sind.

Die Topologie des ersten, zweiten, dritten und vierten Widerstandsnetzwerkes 7, 12, 13 und 14, die geeignete Parametrierung der dazugehörigen Widerstände  $R_{71}$ ,  $R_{72}$ ,  $R_{74}$ , 15  $R_{121}$ ,  $R_{122}$ ,  $R_{124}$  und  $R_{131}, \dots, R_{13n}$  sowie  $R_{141}, \dots, R_{14n}$  und die räumliche Anordnung insbesondere der Widerstände  $R_{74}$ ,  $R_{124}$ ,  $R_{131}, \dots, R_{13n}$  und  $R_{141}, \dots, R_{14n}$  legen die Richtschärfe und 20 Koppeldämpfung des Richtkopplers fest. Durch eine geeignete Wahl von Topologie, Parametrierung und räumlicher Anordnung der Widerstände kann dafür gesorgt werden, dass am ersten Auskoppelanschluß 6 eine konstruktive positive Überlagerung aus den zwischen erstem Anschluß 5 und erster Anschlußfläche 8 der Koaxialleitung 1 hin- und rücklaufenden Wellen ausgekoppelt wird, und am zweiten 25 Anschluß 11 eine gegenseitige Auslösung der beiden Wellen, die aus den zwischen zweiten Anschluß 10 und zweiter Anschlußfläche 9 der Koaxialleitung 1 hin- und rücklaufenden Wellen ausgekoppelt werden, verwirklicht wird.

30 Auf diese Weise lässt sich ein breitbandiger Richtkoppler ohne hohen Aufwand für Anwendungen insbesondere bei breitbandigen Verstärkern, beispielsweise zwischen 30 und 500 MHz, realisieren.

35 Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Die beschriebenen Elemente sind im Rahmen der Erfindung beliebig miteinander kombinierbar.

## Ansprüche

5

1. Richtkoppler mit  
einem ersten Anschluß (5) zum Ein- oder Ausspeisen einer  
Welle und einem ersten Auskoppelanschluß (6) zum  
Auskoppeln einer gekoppelten Welle, die beide über ein  
10 erstes Netzwerk (7) mit dem Innenleiter (2) und dem  
Außenleiter (3) einer Koaxialleitung (1) an dessen erster  
Anschlußfläche (8) verbunden sind, und

15 einem zweiten Anschluß (10) zum Ein- oder Ausspeisen der  
vom ersten Anschluß (5) ein- oder ausgespeisten Welle und  
einem zweiten Auskoppelanschluß (11) zum Auskoppeln einer  
gekoppelten Welle, die beide über ein zweites Netzwerk  
(12) mit dem Innenleiter (2) und dem Außenleiter (3) der  
Koaxialleitung (1) an dessen zweiter Anschlußfläche (9)  
verbunden sind,

20 wobei die Koaxialleitung (1) derart gebogen ist, daß ihre  
erste und zweite Anschlußfläche (8, 9) im wesentlichen  
parallel zu einer planaren Leiterplatte (15) ausgerichtet  
ist, die den ersten Anschluß (5), den zweiten Anschluß  
(10), den ersten Auskoppelanschluß (6) und/oder zweiten  
25 Auskoppelanschluß (11) beinhaltet.

2. Richtkoppler nach Anschluß 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das erste Netzwerk (7) und das zweite Netzwerk (12)  
30 jeweils ein Widerstandsnetzwerk ist.

3. Richtkoppler nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Außenleiter (3) der Koaxialleitung (1) an der  
35 ersten Anschlußfläche (8) über ein drittes niederohmiges  
Widerstandsnetzwerk (13) und an der zweiten Anschlußfläche  
(9) über ein vierthes niederohmiges Widerstandsnetzwerk  
(14) auf Massepotential geführt ist.

4. Richtkoppler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Koaxialleitung (1) halbringförmig oder U-förmig  
gebogen ist.

5

5. Richtkoppler nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die halbringförmige oder U-förmige Koaxialleitung (1)  
an der ersten Anschlußfläche (8) mit ihrem Innenleiter (2)  
10 über einen Verbindungsleiter (76) und mit ihrem  
Außenleiter (3) über kegelförmig angeordnete Widerstände  
( $R_{74}, R_{131}, \dots, R_{13n}$ ) des ersten und/oder dritten Widerstands-  
netzwerkes (7, 13) und an der zweiten Anschlußfläche (9)  
mit ihrem Innenleiter (2) über einen Verbindungsleiter  
15 (126) und mit ihrem Außenleiter (3) über kegelförmig  
angeordnete Widerstände ( $R_{124}, R_{141}, \dots, R_{14n}$ ) des zweiten  
und/oder vierten Widerstandsnetzwerkes (12, 14) mit der  
planaren Leiterplatte (15) mechanisch und elektrisch  
verbunden ist.

20

6. Richtkoppler nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest ein Ferritring (4) aus einem Ferrit-Material  
die Koaxialleitung (1) umschließt.

25

7. Richtkoppler nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere aneinander gereihte Ferritringe (4) die  
Koaxialleitung (1) ummanteln.

30

8. Richtkoppler nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Widerstände ( $R_{71}, R_{72}, R_{74}, R_{121}, R_{122}, R_{124},$   
 $R_{131}, \dots, R_{13n}, R_{141}, \dots, R_{14n}$ ) der Widerstandsnetzwerke (7, 12,  
35 13, 14) in SMD-Technik auf die planare Leiterplatte (15)  
aufgelötete Bauelemente sind.

1/3

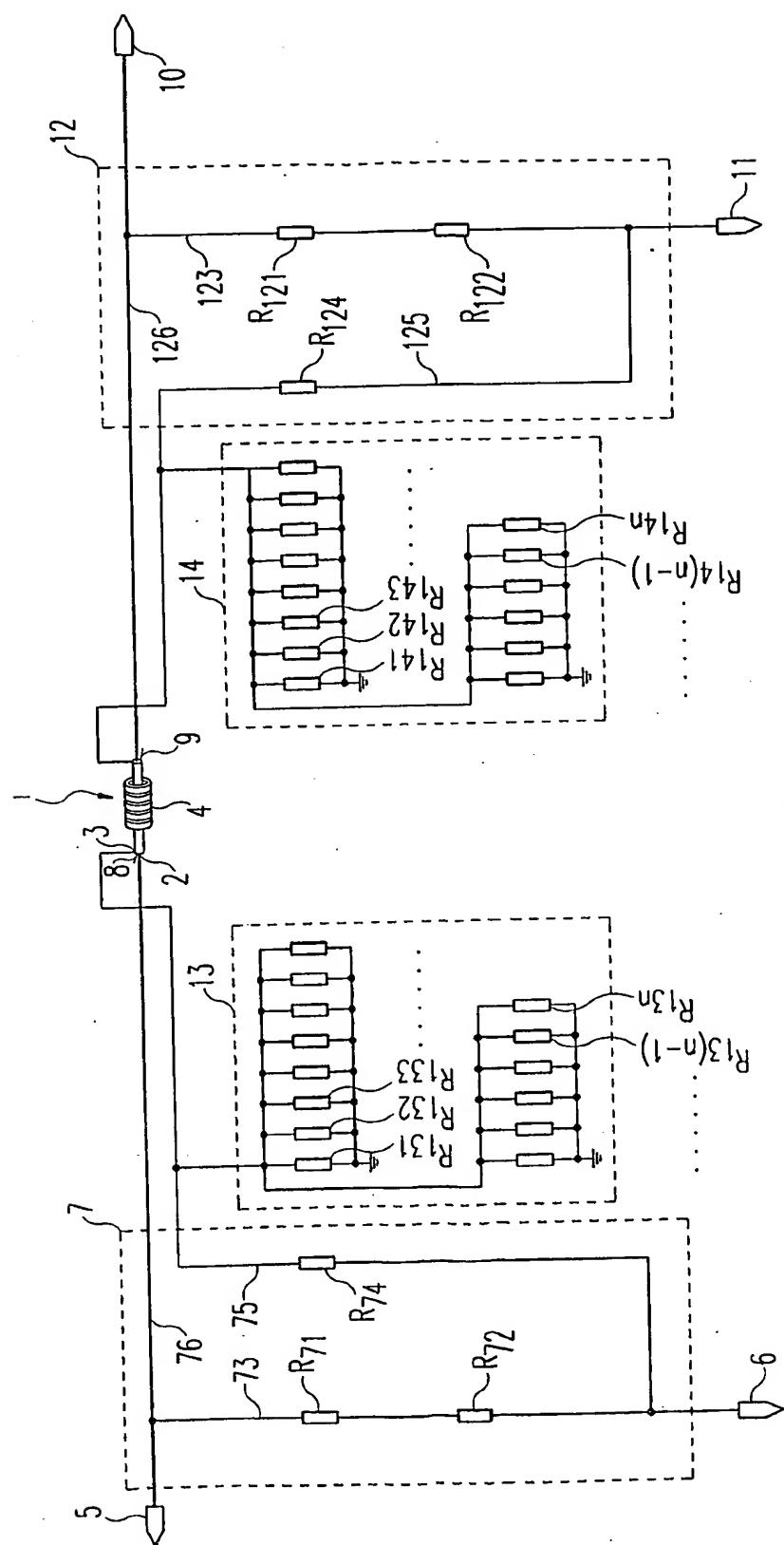


Fig. 1

2/3

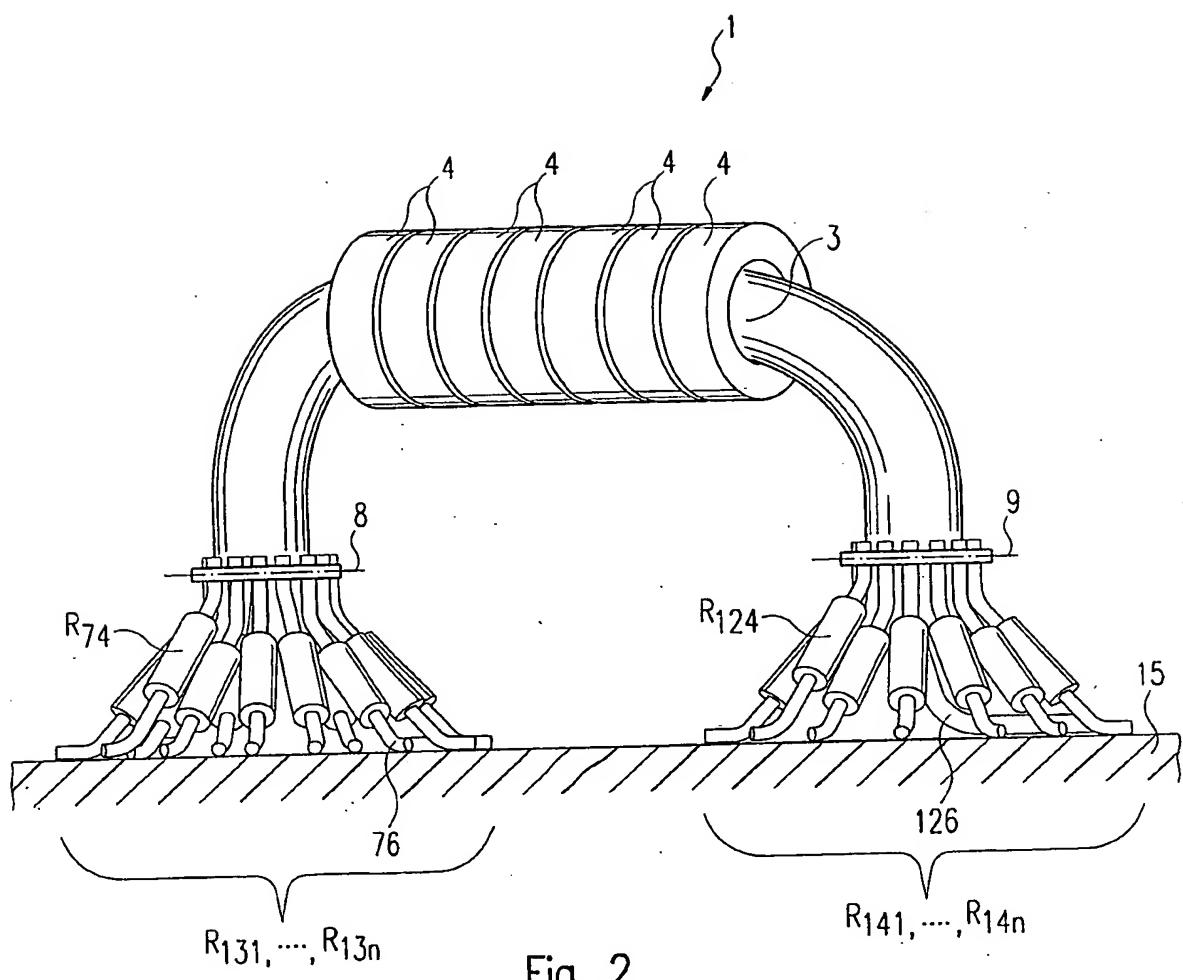


Fig. 2

3/3

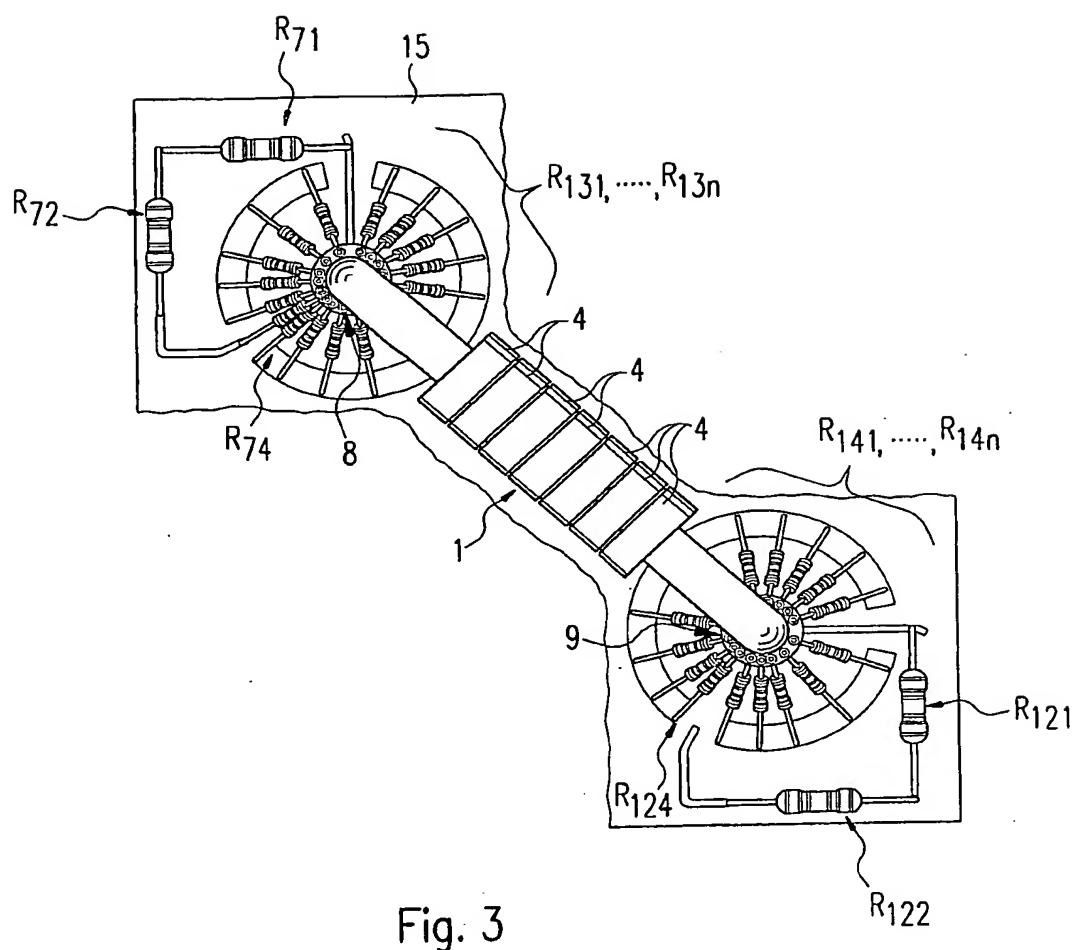


Fig. 3